

Diretrizes para o Design de Visualizações da Informação: Uma Extensão da Linguagem Simples para Gráficos mais Compreensíveis

Rodrigo Oliveira¹, Claudia Cappelli², Jonice Oliveira³

¹Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC) da Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ, Brasil

²Departamento de Ciência da Computação e Informática da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

³Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

rodrigoso@id.uff.br, claudia.cappelli@ime.uerj.br, jonice@ic.ufrj.br

Abstract. *Effective information communication is essential for collaborative systems, especially for users with low literacy. This work aims to unite Plain Language practices, which deal with understanding, with Information Visualization practices, which focus on graphic representations. Both contribute to the consumption of information among all citizens. This research generated a Guide with practices for creating easy-to-understand charts, a prototype based on this Guide (Chart Lab system), which checks violations of these practices, and an assessment of Brazilian views on the COVID-19 pandemic. User experiments demonstrate that research artifacts contribute to making information clearer to everyone.*

Resumo. *Uma comunicação eficaz da informação é essencial para sistemas colaborativos, sobretudo para usuários com baixo letramento. Este trabalho visa unir práticas da Linguagem Simples, que lida com o entendimento, com práticas de Visualização da Informação, que trata de representações gráficas. Ambas contribuem para o consumo da informação pelos cidadãos. A pesquisa gerou um Guia com práticas para construção de gráficos de fácil entendimento, o sistema Chart Lab (baseado no Guia), que verifica violações a essas práticas e uma avaliação das visualizações brasileiras sobre a pandemia de COVID-19. Experimentos com usuários demonstram que os artefatos da pesquisa contribuem para tornar a informação mais clara a todos.*

1. Introdução

Vivemos atualmente no paradigma de um mundo saturado de dados (Currie, 2020). A proliferação de tecnologias de acesso popular, engajamento social e mídias digitais revolucionaram como as pessoas se comunicam, se informam, trabalham, participam da sociedade e interagem com os governos (McNutt, 2014). Dentre os aspectos do modelo 3C de colaboração (Pimentel et al., 2006), a comunicação tem sido mais desafiadora na interação entre pessoas mediada por sistemas computacionais. Novos aspectos sociais

são relevantes e influenciam a experiência de uso que as pessoas podem ter com um sistema (Computação Brasil, 2018). Nesse contexto, apenas divulgar informações por meios digitais não é suficiente para garantir uma comunicação eficaz, com o entendimento e uso por todos. É importante apoiar os usuários na análise desses dados, tornando este processo mais fácil e transparente, especialmente para usuários com pouca (ou nenhuma) alfabetização. Segundo o Indicador de Analfabetismo Funcional (INAF, 2018), 63% da população brasileira está nesta condição, ou seja, abaixo da classificação proficiente ou intermediária para a competência de entendimento em informações simples. A transparência é, portanto, um dos grandes desafios atuais de pesquisa (Boscarioli et al., 2017), sobretudo para esses grupos de usuários que demandam atenção especial.

Essa busca para uma comunicação facilitada e eficiente fez surgir técnicas para apoiar o entendimento das informações. Esta pesquisa está associada a duas delas: o uso de representações visuais por meio de Visualização de Informação e o Movimento pela Linguagem Simples (*Plain Language*). O primeiro é menos exigente ao esforço cognitivo da interpretação humana pois se utiliza de formas visuais (Card, 1983). O segundo, visa apresentar o texto, a estrutura e o design da informação tão claros que o leitor consiga encontrar, compreender e usar a informação que procura (PLAIN, 2024).

Um dos cenários que mostrou a importância dessa comunicação clara e o papel das visualizações, foi o período de pandemia do coronavírus. Desde seu surgimento, especialistas têm alertado para propagação de gráficos mal-projetados (Field, 2020) e manipulação intencional para melhorar a imagem de países atingidos (Kotsehub, 2020). A Computação Social, uma subárea da Computação, destaca os desafios atuais no uso social dos sistemas, seja para engajamento de usuários, credibilidade das informações, ou avanço das notícias falsas (Ponciano; Andrade, 2018).

Diante disso, o principal propósito desta pesquisa é: **desenvolver uma extensão das práticas da Linguagem Simples voltada à Visualização de Informações**. Com os seguintes objetivos específicos: i) Construir um Guia prático para apresentar e orientar o uso das práticas de Linguagem Simples acerca de visualizações de informação que auxiliem o entendimento destes recursos. ii) Demonstrar, por meio de um protótipo de sistema, a verificação automatizada de recomendações para criação de gráficos mais compreensíveis aos leitores. iii) Apresentar um instrumento de avaliação da qualidade de visualizações no cenário da pandemia de COVID-19 no Brasil;

No contexto da Linguagem Simples, a relevância da pesquisa pode ser demonstrada pela importância do tema atualmente no Brasil. Diversas leis nacionais têm sido criadas, incluindo esta temática, por exemplo: Lei de Acesso à Informação (Brasil, 2011), Lei dos Serviços e Administração Pública (Brasil, 2017), Lei do Governo Digital (Brasil, 2021). Além disso, temos um projeto de Lei tramitando no Senado para criação da Política Nacional de Linguagem Simples (Câmara, 2022). Esta pesquisa avança o estado da arte sobre os grandes desafios de pesquisa em Computação no Brasil no tópico de “acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento” (Salgado; Rebello; Santoro, 2014). Além disso, contribui para os desafios da interação e Computação Social demonstrados pela comunidade de Sistemas Colaborativos (Computação Brasil, 2018).

2. Trabalhos Relacionados

Existem diversos trabalhos para apoiar várias partes do processo de criação de visualizações, como: a escolha do gráfico correto (Choi; Shin; Kim, 2019), fornecer uma avaliação para os gráficos (Fu et al., 2019), determinar o melhor contexto para sua apresentação (Cao; Pan; Lin, 2020), entre outros. Contudo, esses trabalhos se concentram no início ou final do processo de criação de uma visualização. A contribuição desta pesquisa é fornecer recursos que auxiliam os passos intermediários. Uma vez que já se sabe qual o gráfico que melhor representa os dados, saber como expressá-lo para o melhor entendimento do seu público. Oferecer uma Linguagem Simples que contemple essas práticas aos desenvolvedores de visualização, principalmente os não especialistas, pode minimizar casos indevidos e colaborar para o entendimento dos leitores destas informações.

Outro trabalho que destacamos é a pesquisa de Barcellos (2017) que disponibiliza um processo inédito que se compromete a garantir a interpretabilidade de visualizações gráficas. No entanto, Barcellos (2017) apresenta a avaliação realizada após a visualização já finalizada por especialistas manualmente. Nossa proposta é que o desenvolvedor avalie no momento da criação da visualização a aderência às práticas, seja ele especialista. Isso feito ou não com o apoio de um sistema. Quando se trata do uso de diretrizes, orientações ou práticas de visualização, vários trabalhos constataam a falta de uma grande coleção delas que seja de domínio público e bem fundamentado (Park; Gil-Garcia, 2017); (Engelke et al., 2018); (Alhamadi, 2020). Elas seguem citadas apenas em livros especializados, artigos ou em fóruns¹. Oferecer um Guia de Linguagem Simples que contemple essas diretrizes para uso dos desenvolvedores de visualizações, quer no contexto público ou geral, pode facilitar e ampliar as adesões à transparência nestas instituições.

3. Metodologia

A finalidade desta pesquisa pode ser caracterizada como **aplicada** (Gil, 2002), empreendida por meio do problema prático num determinado cenário, apresentado anteriormente envolvendo as relações do tema de Visualização da Informação, Linguagem Simples, Entendimento de dados, etc. Quanto a sua abordagem, a pesquisa é considerada de natureza **empírica ou de campo** (Gil, 2002), pois será baseada na comprovação prática dos conceitos explorados por experimentos e observação em um contexto de uso. Métodos associados a *Design Science Research* (DSR) serão utilizados para produção de artefatos que cumpram os objetivos da pesquisa, garantindo a robustez técnica e científica. Uma vez que a Design Science é a ciência encarregada do projeto e desenvolve novos artefatos que contribuam para melhor atuação humana na sociedade (Dresch, 2013). Selecionamos o método DSRM - *Design Science Research Methodology* (Peppers et al., 2007), por permitir múltiplos momentos de entrada para o início da pesquisa e ser altamente referenciado na Computação. No caso desta pesquisa, partimos da “Iniciação centrada no problema”, a partir de visualizações ineficientes no contexto de saúde pública (Oliveira et al., 2021b) e da falta de práticas em Linguagem Simples para tais recursos, conforme dito na Seção 1. Ao ser instanciado o processo de

¹ <https://visguides.org/>

Peffers et al. (2007) na pesquisa, geramos as seguintes etapas expostas na Figura 1 e as atividades do método descritas abaixo.

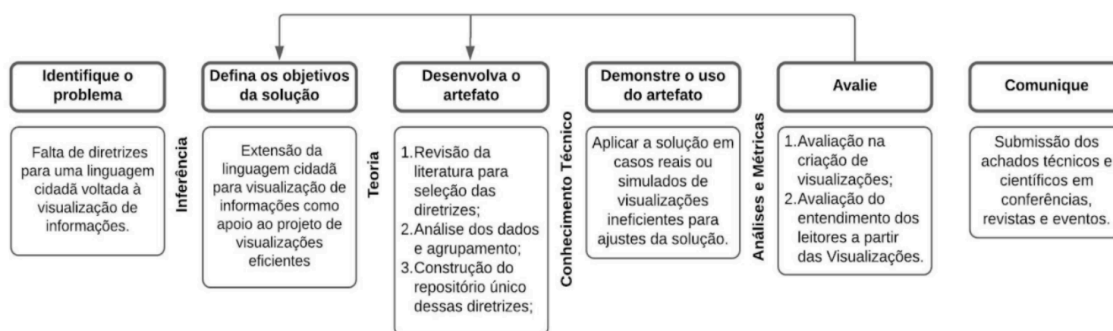


Figura 1. Instância do Método DSRM (*Design Science Research Methodology*) aplicado à pesquisa.

A **identificação e motivação de problemas** foi constatada ao observar o excesso de gráficos mal elaborados que representam informações (Oliveira et al., 2021b); (Oliveira et al., 2022c). Logo, como apoiar a criação de visualizações eficientes por não especialistas para apresentação de informações que facilitem o entendimento dos leitores? Essa e outras questões motivam esta pesquisa. A **definição da solução** já foi descrita na Seção 1, sobre criar uma extensão da Linguagem Simples para visualizações mais eficientes e assim permitir que os leitores tenham a facilidade de encontrar, compreender e usar informações. Na etapa sobre o **design e desenvolvimento**, alguns artefatos foram elaborados e serão apresentados na Seção 4. Posteriormente, a etapa de **demonstração e avaliação**, na Seção 5, realizamos sobre as seguintes perspectivas: i) demonstração do impacto das práticas de visualização sobre gráficos reais da COVID-19, corrigidos ou não pelas práticas da pesquisa; ii) avaliação do uso do Guia para Gráficos em Linguagem Simples por não especialistas; iii) avaliação do entendimento de leitores das visualizações gerados a partir do Guia para Gráficos em Linguagem Simples para mensurar a contribuição do artefato.

Segundo Pimentel et al. (2020) um projeto de artefato em DSR deve ser direcionado por conjecturas comportamentais, bem fundamentadas em um quadro teórico. Pressupomos que: i) pessoas desempenham tarefas de entendimento sobre os dados de maneira mais eficiente com visualizações bem projetadas (Santos, et al., 2018); (Currie, 2020); ii) iniciantes na criação de gráficos esperam um processo simples e rápido das ferramentas que utilizam (Sie; Jeng, 2019); (Park, Garcia, 2017). iii) pessoas desenvolvem visualizações mais eficientes com apoio de diretrizes da área (Engelke et al., 2018); (Saket et al., 2018).

4. Artefatos

Para demonstrar os artefatos da pesquisa e a ligação entre eles, apresentamos um diagrama na Figura 2. Por exemplo, no momento de criação de novos gráficos é possível seguir as orientações práticas do Guia para Gráficos em Linguagem Simples ou usar o sistema verificador dessas práticas, o Chart Lab, construindo gráficos que possam ser melhor entendidos pelo leitor. Caso já existam gráficos finalizados, o indicador de qualidade pode ser usado para avaliar o que está em desacordo com cada prática de visualização, contribuindo para qualidade dos gráficos em uso.

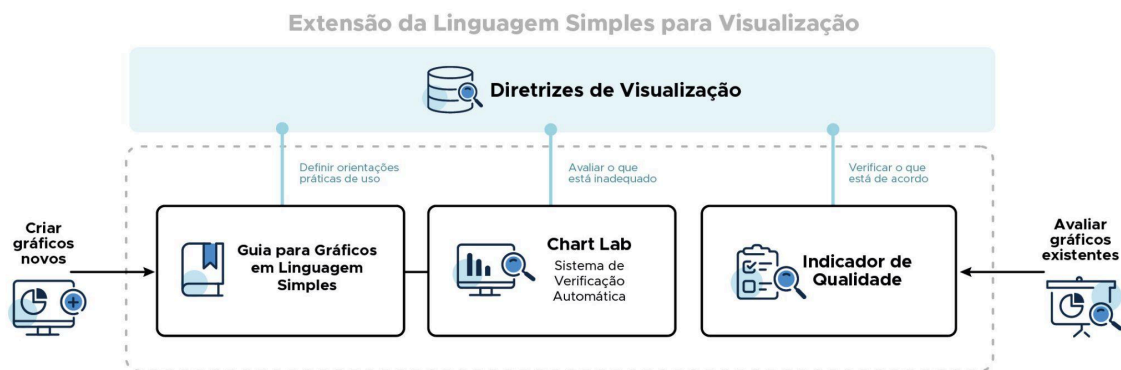


Figura 2. Diagrama para apresentar os artefatos e seus relacionamentos que compõem e operacionalizam a Extensão da Linguagem Simples para Visualização.

4.1. Guia para Gráficos em Linguagem Simples

Como primeira contribuição temos a definição do Guia para Gráficos em Linguagem Simples. Para sua construção partimos de uma **revisão da literatura (1)** para selecionarmos as práticas existentes na área de Visualização de Informação e incluí-las no Guia. Nesta revisão, encontramos práticas consolidadas com experimentos ou trabalhos clássicos na área. Os detalhes da metodologia aplicada e os resultados estão expostas em trabalhos preliminares (Oliveira et al., 2021a). Em seguida, recorreremos à **análise de obras complementares (2)**, ou seja, livros-textos bem conhecidos da área para enriquecer nosso repositório com base na ‘*expertise*’ de especialistas. Foram analisados alguns livros da área (Munzner, 2014), (Knaflic, 2018) e (Wilke, 2019). Para seleção destas obras foi considerado o trabalho de Rees e Laramee (2019). Posteriormente, percebemos muitas repetições ou abordagens semelhantes das práticas coletadas. Diante disso, realizamos um **agrupamento e classificação (3)**. Ao todo, 157 práticas foram analisadas (86 dos livros e 71 da revisão da literatura), sendo 55 práticas adaptadas na versão final do Guia para Gráficos em Linguagem Simples, para os tipos de gráficos mais comuns (barras, linhas, pizza ou mapas). Tais práticas foram classificadas em categorias, as quais foram mapeadas como capítulos, que parte de práticas sobre o público, dados e áreas específicas do gráfico (cores, eixos, legendas). Na etapa seguinte, realizamos uma **adaptação da escrita (4)** de todas as práticas para a Linguagem Simples. O objetivo é evitar ambiguidades e dificuldades na aplicação das práticas, uma vez que o Guia para Gráficos em Linguagem Simples se propõe a ser uma ferramenta útil para não especialistas. O *Federal Plain Language Guideline*², foi utilizado para orientar a tradução das práticas para a Linguagem Simples. Contamos com a revisão de um pesquisador experiente em Linguagem Simples e membro do conselho da Clarity³, uma das principais organizações internacionais sobre Linguagem Simples. Por fim, concluímos com a **exemplificação e organização do Guia**, com diversos exemplos práticos para ilustrar como cada recomendação deve ser posta em prática, como apresentado na Figura 3 a capa e duas páginas do Guia para Gráficos em Linguagem Simples publicado pela SBC⁴ (Oliveira et al., 2023a).

² <https://www.plainlanguage.gov/guidelines/>. Acesso em 30 ago. 2023.

³ <https://www.clarity-international.org/board-country-representatives/>. Acesso em 26 ago. 2023.

⁴ SBC - Sociedade Brasileira de Computação



Figura 3. Exemplos da Capa e duas páginas internas do Guia de Gráficos em Linguagem Simples.

4.2. Chart Lab: Verificador Automático de Práticas de Visualização

O propósito geral desta ferramenta é fornecer um meio de gerar um gráfico eficiente através da validação dos seus componentes frente a um conjunto de diretrizes de visualização expostas no Guia para Gráficos em Linguagem Simples (Seção 4.1). Com essas orientações gerais, o usuário pode corrigir e atualizar sua visualização dentro destes parâmetros e assim melhorar a compreensibilidade do gráfico. Um protótipo de teste está [disponível no repositório do GitHub](#). Mais informações sobre o protótipo constam nos artigos Oliveira et al. (2022a) e Oliveira et al. (2022b).

Na **importação dos dados**, o sistema requer a entrada de dados em formato tabular (linha x coluna) na extensão .csv (valores separados por vírgulas). Na **seleção do tipo de gráfico**, um quadro editor é apresentado com sugestões já predefinidas de gráficos, onde também é possível editar cores, legendas, títulos, etc., como exibido na Figura 4 no item 1. Essa etapa é executada através da biblioteca javascript Google Charts⁵. Após isso, há a **recomendações de alterações**, onde a ferramenta desenha o gráfico e apresenta uma lista de boas práticas a partir da verificação dos parâmetros do gráfico, analisando o que corresponde ou não às diretrizes de Linguagem Simples como exibido na Figura 4, no item 2. A ferramenta promove a automação de várias práticas do Guia para Gráficos em Linguagem Simples da Seção 4.1, por exemplo, adicionar sempre um título ao gráfico, adicionar cores legíveis a pessoas com daltonismo, etc. Outras práticas subjetivas ou contextuais ficam a critério do desenvolvedor do gráfico. Este é um recurso importante que não está disponível na maioria dos softwares de criação de gráficos como Microsoft Excel, Google Sheets ou Power BI. Em paralelo com a etapa anterior, o sistema calcula **pontuações para o gráfico**. A ideia é sinalizar ao usuário o quanto o seu gráfico está ou não cumprindo as diretrizes de visualização, como apresenta a Figura 4, no item 3. Na última etapa, o usuário pode realizar a **exportação do gráfico**, como imagem para uso em relatórios, web sites, entre outros.

⁵ <https://developers.google.com/chart>. Acesso em 11 de ago. de 2023.

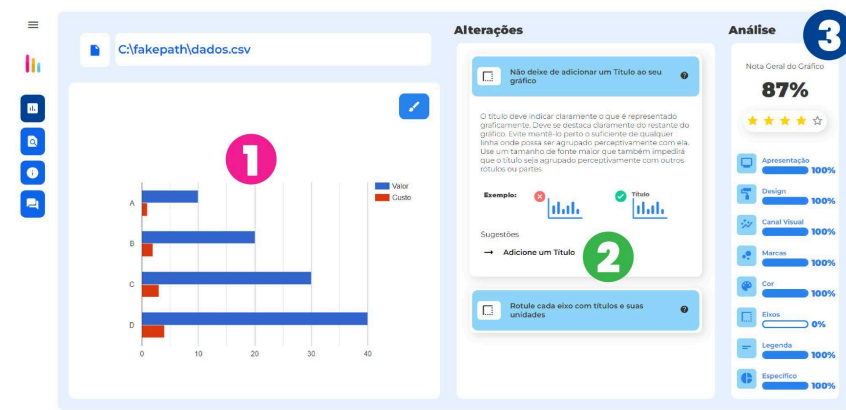


Figura 4. Interface do Protótipo Chart Lab.

4.3. Indicador de Qualidade das Visualizações: O Caso da Pandemia de COVID-19

O uso de visualizações diversas sobre a pandemia de COVID-19 se acentuou no cenário mundial e nacional. Como demonstração do uso das práticas de Linguagem Simples para gráficos, definimos um indicador de qualidade para visualizações, como um meio para sinalizar gráficos ineficientes. Neste caso, avaliamos os gráficos apresentados em sites dos governos estaduais brasileiros envolvidos no monitoramento epidemiológico.

Identificamos que todos os estados tiveram alguma falha quanto às práticas selecionadas para este trabalho. Destacamos a necessidade de construir visualizações que se ajustem e apoiem uma melhor comunicação entre o governo (provedor de visualização) e os cidadãos (consumidor de visualização). Muitas visualizações apresentaram desordem visual ou uma escala de cores com tons de uma mesma cor indistinguível. Os eixos também foram problemas recorrentes, com a falta de rótulos ou das unidades que eram apresentadas, impedindo o leitor de conhecer quais dados estão sendo mapeados. Detalhes desta etapa estão expostos no artigo de Oliveira et al. (2021b).

5. Avaliações e Resultados

Como elucidado na Seção 3, duas atividades foram consideradas na aplicação do método DSRM para avaliar os artefatos produzidos pela pesquisa. Na primeira, realizamos uma demonstração do impacto das práticas de visualização sobre gráficos reais da COVID-19, obtidos durante a criação do indicador da Seção 4.3. Na segunda avaliação, o Guia da Seção 4.1 foi testado por não especialistas e, posteriormente, as visualizações resultantes foram avaliadas por outros usuários.

5.1. Avaliação das Práticas de Visualização

O estudo foi realizado com 27 voluntários de Ciência da Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, no Brasil, em outubro de 2020. Eles foram divididos em dois grupos. Um dos grupos (Grupo 1) recebeu um questionário online com visualizações reais identificadas pelo indicador da pandemia de COVID-19 no Brasil (Seção 4.3). O segundo grupo (Grupo 2) teve acesso ao questionário com novas figuras, ou seja,

versões dos gráficos do grupo anterior corrigidas pelo pesquisador, através das práticas de visualização da inspeção do indicador de qualidade. Ambos os questionários continham perguntas sobre os dados dos gráficos, segundo o modelo de tarefas de Munzner (2014). Ambos os grupos foram comparados por métricas de eficiência de visualização demonstradas por Barcellos et al. (2017) e Zhu (2007) como: número de perguntas respondidas corretamente (precisão), tempo de resposta dos grupos, dificuldade e autoconfiança. Estas duas últimas foram medidas subjetivas indicadas por uma escala Likert de 5 pontos. Também foi utilizada uma nota final para o gráfico, considerando a facilidade de compreensão a partir de uma escala de 10 pontos.

Durante a avaliação, os participantes do Grupo 1 acertaram menos questões que os participantes do Grupo 2. Além disso, os participantes do Grupo 2 demonstraram menor dificuldade para responder às questões pedidas e maior autoconfiança. Todos os gráficos alterados foram considerados substancialmente melhores que suas versões originais, com notas de 3 pontos maiores em média de diferença. Os detalhes dessa avaliação estão expostas no artigo de Oliveira et al. (2021b).

5.2. Avaliação do Guia para Gráficos em Linguagem Simples

Nesta avaliação visamos atestar o uso do Guia para Gráficos em Linguagem Simples no apoio à criação de visualizações mais eficientes por não especialistas e demonstrar que os gráficos produzidos são mais fáceis de entender para os leitores finais. Na Fase 1, recorremos ao padrão de avaliação conhecido como “Caixa Preta Humana” (Dwyer et al., 2009). Os autores adicionaram um segundo experimento (Fase 2) no qual os participantes realizaram várias tarefas usando os gráficos gerados pelos usuários do primeiro experimento, conforme apresentado pela Figura 5.

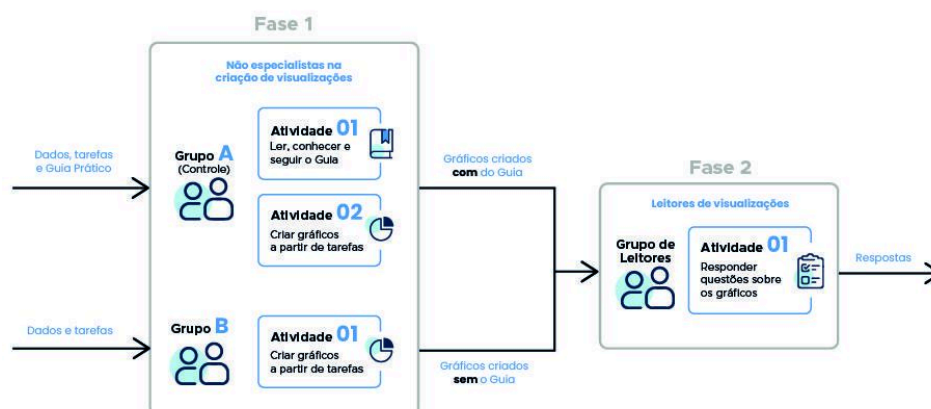


Figura 5. Estrutura da Avaliação do Guia para Gráficos em Linguagem Simples.

Fase 1 - Avaliação de uso no design de visualizações - Esse experimento contou com 4 profissionais com atuações recentes em órgãos públicos brasileiros e com pouca experiência em visualização. Dois deles criaram gráficos com apoio do Guia para Gráficos em Linguagem Simples e os outros dois sem acesso a este mesmo Guia. Em razão da pandemia, o estudo contou com dados fictícios para criação de um ou mais gráficos sobre 4 tarefas do cenário de COVID-19 em vários estados do Brasil (por exemplo, vacinação, hospitalizações, etc.). A fim de apurar a facilidade de uso e aceitação da solução, o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) (Davis, 1989) foi

adaptado para coleta das impressões dos participantes em entrevistas pós-estudo. Uma análise documental dos gráficos gerados por ambos os grupos também foi realizada para identificar erros ou desvios nas práticas especificadas no Guia.

Na Fase 1, os dois participantes que tiveram acesso ao Guia para Gráficos em Linguagem Simples consideraram o artefato com 90% de aprovação de aceitação no modelo TAM. Apesar de serem poucos participantes para corroborar os resultados, ambos os usuários citaram que o Guia é extremamente útil e que farão uso novamente em atividades para a criação de gráficos. Na análise documental dos gráficos e comparação das visualizações dos dois grupos, percebeu-se que usuários que tiveram acesso ao Guia, não o utilizaram plenamente. O total de falhas em ambos os grupos foi similar, com apenas 2 erros de diferença a menos para o grupo que teve acesso ao Guia. O uso completo do artefato poderia ter permitido um desempenho melhor na construção dos gráficos para apresentação das informações.

Fase 2 - Avaliação do entendimento a partir das visualizações - A etapa seguinte compreendeu um experimento com usuários no papel de leitores dos gráficos. Buscou-se demonstrar que os gráficos criados com o apoio do Guia para Gráficos em Linguagem Simples são melhor entendidos em relação aos demais gráficos. Dois questionários foram divulgados online, entre dezembro de 2022 e janeiro de 2023, mesclando gráficos dos dois grupos da fase anterior. No total houve 112 respostas recebidas. Cada uma delas continha perguntas associadas a pares de gráficos, um deles criado com as orientações do Guia e outro sem elas. Em seguida, o participante sinaliza qual versão (ou ambas) ele considerou mais fácil de entender para responder à questão pedida. O respondente também tinha acesso a um campo aberto para inserção de uma justificativa para escolha.

Ainda que poucas práticas do Guia para Gráficos em Linguagem Simples tenham sido implementadas pelos usuários do grupo que teve acesso ao artefato na Fase 1, durante a Fase 2 os gráficos construídos com o apoio do Guia foram considerados melhores pelos leitores que acertaram as questões em 2 das 4 tarefas solicitadas. Os gráficos criados com o Guia foram percebidos como mais compreensíveis em tarefas com menos variáveis e dados envolvidos. Além disso, na análise dos comentários dos leitores, todas as justificativas utilizadas para escolher entre um gráfico ou outro, demonstraram relação com alguma prática já inserida e orientada pelo Guia, confirmando que os gráficos que seguem tais práticas têm maior chance de serem percebidos como mais compreensíveis pelo público.

6. Contribuições e Conclusão

A finalidade desta pesquisa foi contribuir com soluções para facilitar a criação de visualizações eficientes que facilitem o entendimento dos leitores. Em relação ao alinhamento com DSR (Pimentel et al., 2020), os achados teóricos foram: os resultados obtidos no estudo corroboram em parte com as conjecturas teóricas: i) observamos alta percepção da utilidade do Guia para Gráficos em Linguagem Simples por parte dos usuários que criaram gráficos com o seu uso; ii) o apoio de diretrizes da área em linguagem simples garantem menor dificuldade e maior autoconfiança para responder às questões sobre os dados e facilidade na criação de visualização apesar das dúvidas em algumas práticas ou apontamento do Guia como muito extenso. Ainda não há certeza se

o uso será efetivo no dia-a-dia de uma organização; iii) leitores indicaram os gráficos construídos com o apoio do Guia foram considerados mais fáceis de se compreender em duas das tarefas solicitadas. Quanto aos achados técnicos, contribuimos com: i) o artefato do Guia se mostrando aceitável aos profissionais com atuação em organizações públicas; ii) o protótipo Chart Lab sendo útil como possível ferramenta para identificação ou apoio na implementação de práticas que não são possíveis em outros softwares para visualização. Em relação ao tema de sistemas colaborativos, a pesquisa avança em i) práticas de visualização com Linguagem Simples que contribuem para melhor comunicação, um dos pilares do modelo 3C de colaboração (Pimentel et al., 2006), sobretudo quanto a linguagens pictóricas; ii) protótipo de ferramenta que pode ser integrado às ferramentas de visualização, principalmente, colaborativas (Isenberg et al., 2011) com o uso compartilhado de representações visuais de dados (interativas) visando alcançar novos públicos (Lee et al., 2020). iii) uma pesquisa de base que pode auxiliar o desenvolvimento de outros tipos de sistemas colaborativos (dashboards, portais de dados abertos, etc.)

Esta dissertação gerou as seguintes publicações: i) um livro (Oliveira et al., 2023a), publicado pela SBC⁶, disponível gratuitamente; ii) Dois artigos em eventos internacionais: trilha principal do ICEGOV⁷ (Oliveira et al., 2023b) e trilha de pôsteres do CLIHC⁸ (Oliveira et al., 2023c); iii) Três artigos no IHC⁹ (Oliveira et al., 2023d), sendo dois deles no WIDE¹⁰ (Oliveira et al., 2022b); (Oliveira et al., 2022c); iv) Dois artigos no WCGE¹¹ (Oliveira et al., 2022a); (Oliveira et al., 2021a) e v) um artigo na trilha principal do SBSI¹² (Oliveira et al., 2021b). O protótipo Chart Lab foi finalista do Prêmio de Inovação da SBC¹³ durante o Seminário de Computação e Mercado (COMPUTEC) em 2022. Como contribuições, mencionamos a realização de dois minicursos: ERSI-RJ¹⁴ (Cappelli; Nunes; Oliveira, 2021) e na Escola de Inverno¹⁵ do Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC) da Universidade Federal Fluminense (UFF) em 2021. Por fim, vale ressaltar a aplicação da pesquisa no cenário real, através da participação em projetos que integram academia, indústria e mercado. O primeiro projeto, intitulado pesquisa em Inteligência Artificial e Linguagem Simples, com a Universidade Federal de Goiás, para implementação de automação Linguagem Simples para utilização em órgãos públicos do Brasil (Rodrigues et al., 2023). O segundo projeto em parceria com a ABEPTIC (Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Tecnologia da Informação e Comunicação) para criação do Guia de Linguagem Simples para Serviços Públicos a serem utilizadas por todos os portais de serviços públicos do Brasil (ABEPTIC, 2022). Além disso, esta pesquisa fez parte do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Democracia Digital (INCT.DD).

⁶ SBC - Sociedade Brasileira de Computação

⁷ ICEGOV - International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance

⁸ CLIHC - Latin American Conference on Human Computer Interaction

⁹ IHC - Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais

¹⁰ WIDE - Workshop de Interação Humano-Dados

¹¹ WCGE - Workshop de Computação aplicada em Governo Eletrônico

¹² SBSI - Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação

¹³ COMPUTEC 2022. Disponível em: <https://csbc.sbc.org.br/2022/computec/>. Acesso em 10 jan. 2024

¹⁴ ERSI-RJ - Escola Regional de Sistemas de Informação do Rio de Janeiro

¹⁵ Escola de Inverno da PPGC/UFF. Disponível em: <https://ev-ppgc.ic.uff.br/2021-2/wgd-2021.html>. Acesso em 02 de jan. 2024

Referências

- ABEPTIC. Guia ABEP de Linguagem Simples. 2022. Disponível em: <https://abep-tic.org.br/as-praticas-da-linguagem-simples/>. Acesso em: 8 jan. 2024.
- Alhamadi, M. (2020). Challenges, strategies and adaptations on interactive dashboards. In: Proceedings of the 28th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization. [S.l.: s.n.], 2020. p. 368–371.
- Barcellos, R. (2017). Avaliação da Qualidade e Interpretabilidade de Visualizações de Dados. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal Fluminense) Niterói, 2017.
- Boscarioli, C., de Araujo, R. M., Maciel, R. S., Neto, V. V. G., Oquendo, F., Nakagawa, E. Y., ... & Slaviero, C. (2017). I GranDSI-BR. Sociedade Brasileira de Computação.
- Brasil. Lei nº 12.527 – Lei de acesso à informação. (2011) Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm. Acesso em 01 de jan. de 2024.
- Brasil. Lei nº 13.460, de 26 de Junho de 2017. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13460.htm. Acesso em: 01 jan. 2024.
- Brasil. Lei nº 14.129, de 29 de março de 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14129.htm. Acesso em: 01 jan. de 2024.
- Câmara, A. D. N. Comissão aprova projeto que institui a Política Nacional de Linguagem Simples em órgãos públicos. 2022. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/878987-comissao-aprova-projeto-que-institui-a-politica-nacional-de-linguagem-simples-em-orgaos-publicos/>. Acesso em: 04 jan. 2024.
- Cao, Y.-R.; Pan, J.-Y.; Lin, W.-C. User-oriented generation of contextual visualization sequences. In: Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–8.
- Cappelli, C.; Nunes, V.; Oliveira, R. Transparência e transformação digital: O uso da técnica da linguagem simples. Sociedade Brasileira de Computação, 2021.
- Card, S. K. (1983). The psychology of human-computer interaction. [S.l.]: Crc Press, 1983.
- Choi, H.-W.; Shin, S.-Y.; Kim, H.-J. Machine learning-based automated data visualization: A meta-feature engineering approach. In: IEEE. 2019 8th International Conference on Innovation, Communication and Engineering (ICICE). [S.l.], 2019. p. 107–109.
- Computação Brasil, Revista da Sociedade Brasileira de Computação. (2018). Sistemas Colaborativos: a ubiquidade da área no contexto científico e no cotidiano da sociedade. Disponível em: https://www.sbc.org.br/images/flippingbook/computacaobrasil/computa_36/pdf/CompBrasil_36_abril_180dpi.pdf. Acesso em: 02 de janeiro de 2024.

- Currie, M. Data as performance—showcasing cities through open data maps. (2020). *Big Data & Society*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 7, n. 1, 2020.
- Davis, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, JSTOR, p. 319–340, 1989.
- Dresch, A. Design science e design science research como artefatos metodológicos para engenharia de produção. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2013.
- Dwyer, T. et al. A comparison of user-generated and automatic graph layouts. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, IEEE, v. 15, n. 6, p. 961–968, 2009.
- Engelke, U.; Abdul-Rahman, A.; Chen, M. (2018). Visupply: A supply-chain process model for visualization guidelines. In: IEEE. 2018 International Symposium on Big Data Visual and Immersive Analytics (BDVA). [S.l.], 2018. p. 1–9.
- Field, K. Mapping coronavirus, responsiblyl. 2020. Disponível em: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/product/mapping/mapping-coronavirus-responsibly/>. Acesso em: 12 jan. 2024.
- Fu, X., Wang, Y., Dong, H., Cui, W., & Zhang, H. (2019, October). Visualization assessment: A machine learning approach. In 2019 IEEE Visualization Conference (VIS) (pp. 126-130). IEEE.
- Gil, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. [S.l.]: Atlas São Paulo, 2002. v. 4.
- INAF, B. (2018). Indicador de Alfabetismo Funcional. 2018. Disponível em: https://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2018/08/Inaf2018_Relat%C3%B3rio-Resultados-Preliminares_v08Ago2018.pdf. Acesso em: 10 jan. 2024.
- Isenberg, P., Elmqvist, N., Scholtz, J., Cernea, D., Ma, K. L., & Hagen, H. (2011). Collaborative visualization: Definition, challenges, and research agenda. *Information Visualization*, 10(4), 310-326.
- Knaflic, C. N. (2015). *Storytelling with data: A data visualization guide for business professionals*. John Wiley & Sons.
- Kotsehub, N. Stopping COVID-19 with Misleading Graphs. 2020. Disponível em: <https://towardsdatascience.com/stopping-covid-19-with-misleading-graphs-6812a61a57c9>. Acesso em: 12 jan. 2024.
- Lee, B., Choe, E. K., Isenberg, P., Marriott, K., & Stasko, J. (2020). Reaching broader audiences with data visualization. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 40(2), 82-90.
- McNutt, K. (2014). Public engagement in the w eb 2.0 era: Social collaborative technologies in a public sector context. *Canadian Public Administration*, Wiley Online Library, v. 57, n. 1, p. 49–70, 2014.
- Munzner, Tamara. *Visualization analysis and design*. CRC press, 2014.
- Nunes, V.; Cappelli, C.; Ralha, C. G. (2017). *Transparency in information systems*. Sociedade Brasileira de Computação, 2017.

- Oliveira, R., Cappelli, C., & Oliveira, J. (2021a). Diretrizes para o Design de Visualização da Informação: Estendendo a Linguagem Cidadã. In Anais do IX Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletrônico (pp. 259-266). SBC.
- Oliveira, R., Cappelli, C., & Oliveira, J. (2021b). An indicator of inefficient visualizations: The challenge of transparency during the covid-19 pandemic in brazil. In XVII Brazilian Symposium on Information Systems (pp. 1-11).
- Oliveira, R., Cappelli, C., & Oliveira, J. (2022a). Chart Lab: Uma ferramenta para o design de visualizações de dados em linguagem simples. In Anais do X Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletrônico (pp. 192-203). SBC.
- Oliveira, R., Cappelli, C., & Oliveira, J. (2022b). ChartLab 2.0: Uma Comunicação Simples além dos Gráficos. In Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (pp. 132-135). SBC.
- Oliveira, R., Cappelli, C., & Oliveira, J. (2022c). Uma análise da compreensibilidade das visualizações de dados durante a pandemia de COVID-19 no Brasil. In Anais do I Workshop Investigações em Interação Humano-Dados (pp. 20-25). SBC.
- Oliveira, R., Cappelli, C., & Oliveira, J. (2023a). Gráficos em Linguagem Simples. Sociedade Brasileira de Computação.
- Oliveira, R., Cappelli, C., & Oliveira, J. (2023b). Assessment of public information understanding using plain language and data visualization. In Proceedings of the 16th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance (pp. 228-234).
- Oliveira, R., Cappelli, C., & Oliveira, J. (2023c). A Guide to Plain Language Data Visualizations: Guidelines for More Understandable Chart Design. In XI Latin American Conference on Human Computer Interaction (CLIHIC 2023), Puebla, Mexico. ACM.
- Oliveira, R., Cappelli, C., & Oliveira, J. (2023d). Guia de Linguagem Simples para Visualização de Dados: Construção, Design, Avaliação e Contribuições. In Anais do II Workshop Investigações em Interação Humano-Dados (pp. 76-82). SBC.
- Park, S.; Gil-Garcia, J. R. (2017). Understanding transparency and accountability in open government ecosystems: The case of health data visualizations in a state government. In: Proceedings of the 18th Annual International Conference on Digital Government Research. [S.l.: s.n.], 2017. p. 39–47.
- Peppers, K. et al. A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, Taylor & Francis, v. 24, n. 3, p. 45–77, 2007.
- Pimentel, M., Gerosa, M. A., Filippo, D., Raposo, A., Fuks, H., & Lucena, C. J. P. D. (2006). Modelo 3C de Colaboração para o desenvolvimento de Sistemas Colaborativos. Anais do III Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos, 58-67.
- Pimentel, M., Filippo, D., & dos Santos, T. M. (2020). Design Science Research: pesquisa científica atrelada ao design de artefatos. *RE@ D-Revista de Educação a Distância e eLearning*, 3(1), 37-61.

- PLAIN, A. I. What is plain language? 2024. Disponível em: <https://plainlanguagenetwork.org/plain-language/what-is-plain-language/>. Acesso em: 08 jan. 2024.
- Ponciano, L., & Andrade, N. (2018). Perspectivas em Computação Social. *Computação Brasil*, Raquel Prates and Thais Castro (Eds.), 36, 30-33.
- Rees, D., & Laramée, R. S. (2019). A survey of information visualization books. In *Computer Graphics Forum* (Vol. 38, No. 1, pp. 610-646).
- Rodrigues, A. P., Marques, G. M., Rodrigues, L. B., Mattos, P. A. A., Nunes, V. T., Cappelli, C., ... & de Moraes, R. M. (2023, August). Uma proposta de Automação para o Índice Nacional de Avaliação de Linguagem Simples em Serviços Públicos. In *Anais do XI Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletrônico* (pp. 106-117). SBC.
- Salgado, A.; Rebello, C.; Santoro, F. (2014). Grandes desafios da pesquisa em computação no Brasil. *Sociedade Brasileira de Computação*, v. 3, 2014.
- Santos, V., Camara, P., Bernardini, F., Viterbo, J., & Jorge, D. (2018, June). A framework for constructing open data map visualizations. In *Proceedings of the XIV Brazilian Symposium on Information Systems* (pp. 1-7).
- Saket, B., Moritz, D., Lin, H., Dibia, V., Demiralp, C., & Heer, J. (2018). Beyond heuristics: Learning visualization design. arXiv preprint arXiv:1807.06641.
- Sie, L. Y., & Jeng, W. (2019). Between informative and esthetic: A user study of content and visualization on government data dashboards. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 56(1), 755-756.
- Wilke, C. O. (2019). *Fundamentals of data visualization: a primer on making informative and compelling figures*. O'Reilly Media.
- Zhu, Y. (2007). Measuring effective data visualization. In: SPRINGER. *International Symposium on Visual Computing*. [S.l.], 2007. p. 652–661.